

Zeitschrift: Gioventù e sport : rivista d'educazione sportiva della Scuola federale di ginnastica e sport Macolin

Herausgeber: Scuola federale di ginnastica e sport Macolin

Band: 33 (1976)

Heft: 5

Rubrik: Ricerca, Allenamento, Gara : complemento didattico della rivista della SFGS per lo sport di competizione

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 29.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Analisi filmata del salto con l'asta

H. Kunz / J. Waser - Laboratorio di biomeccanica del Politecnico di Zurigo

1. PRESENTAZIONE DEL PROBLEMA

In occasione dei campionati svizzeri di decathlon è stata filmata la gara del salto con l'asta. I dati concernenti i decatleti, ottenuti tramite l'analisi filmata, sono stati confrontati a quelli di Bob Seagren relativi al suo primato mondiale (m 5,63, rilevazione cinematografica di G. Ariel); scopo di questo lavoro era di scoprire fattori determinanti sulla prestazione e punti di riferimento che possano contribuire a migliorare l'allenamento.

Alcuni dei problemi toccati in questo lavoro sono già stati oggetto di ricerche da parte di altri autori. Gli studi di RV. Ganslen¹, G. Ariel² e P. Keller³ hanno contribuito a meglio capire la meccanica del salto con l'asta e sono serviti da stimolo per nuove interessanti ricerche.

2. METODO

2.1 Simboli e significati

I simboli utilizzati in questo studio sono visibili sulla fig. 1 e sono spiegati nella tabella 1.

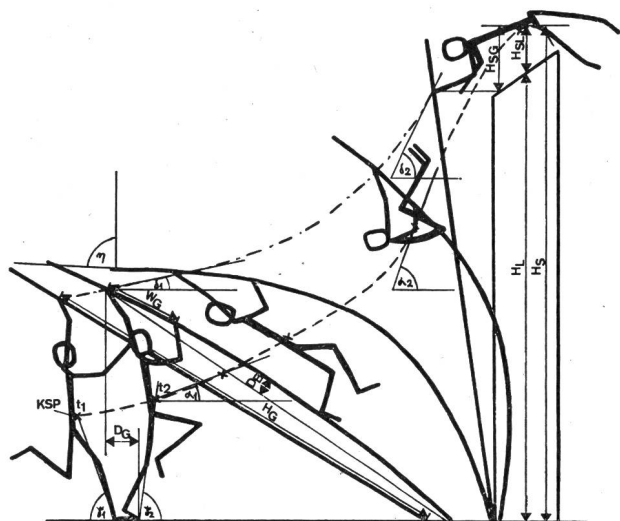


Fig. 1: Progressione del movimento e simboli.

2.2 Procedimento di misurazione

Per le riprese filmate è stata utilizzata una cinepresa 16 mm (Bolex 45 ± 2 imm./sec.). La posizione della cinepresa è visibile sulla fig. 2. Sono stati filmati gli ultimi tre passi della rincorsa e l'intero salto.

La valutazione del filmato è stata fatta con l'aiuto di un analizzatore di film elettronico³. Dato che sarebbe stato impossibile scoprire le cause dei tentativi falliti, per lo studio si sono presi in considerazione solo i salti riusciti a partire dai m 3,80.

Tutte le misure di lunghezza risultanti dal film sono state precisate ad almeno 10 cm, mentre i valori di angolazione a 2 gradi.

Simbolo	Significato	Spiegazione
KSP	Baricentro	
H _L	Altezza asticella	
H _S	Apice	altezza massima baricentro
H _G	Altezza presa	distanza mano superiore — estremità inferiore dell'asta
W _G	Larghezza presa	distanza fra le due mani
Δ H _{SL}	Sopraelevazione	distanza baricentro — asticella
Δ H _{SG}	Sopraelevazione presa	distanza baricentro — presa + 20 cm
D _G	Distanza stacco	distanza punta del piede — proiezione di mano superiore allo stacco
D _B	Flessione asta	raggio dell'arco di curva dell'asta allo stacco (pre-flessione)
γ ₁	Angolo d'impatto	angolo fra l'orizzontale e la linea KSP — tallone al momento t ₁
γ ₂	Angolo di spinta	angolo fra la linea tallone — KSP e l'orizzontale al momento t ₂
α ₁	Angolo di decollo KSP	angolo fra la traiettoria KSP dopo lo stacco (4 immagini) e l'orizzontale
α ₂	Angolo più ripido della traiettoria KSP	angolo fra la tangente più ripida alla traiettoria KSP e l'orizzontale
δ ₁	Angolo di decollo mano	angolo fra la traiettoria della mano dopo lo stacco (4 immagini) e l'orizzontale
δ ₂	Angolo più ripido della traiettoria mano	angolo fra la tangente più ripida alla traiettoria mano e l'orizzontale
η	Angolo flessione asta	massimo angolo fra la tangente all'asta (altezza presa) e la verticale
t ₁	Momento dell'impatto	momento dell'imbutata
t ₂	Momento della spinta	momento dello stacco dal suolo

Tabella 1: Simboli, significati e spiegazioni.

Precise misurazioni della velocità non erano possibili e sono state quindi tralasciate.

Hanno partecipato al test 5 fra i migliori decatleti svizzeri e un americano della stessa specialità. I risultati degli undici salti validi sono stati confrontati con i dati relativi al primato mondiale di Bob Seagran².

Nominativi e dati personali sono riassunti nella tabella 2.

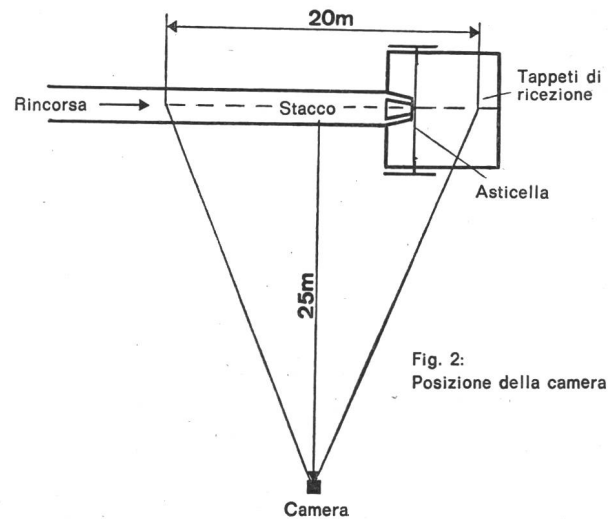


Fig. 2: Posizione della camera

Nome	Simbolo	Grandezza	Peso	Altezza salto	
Bob Seagren	⊗	1,83 m	76 kp	5,63 m	Primato mondiale
Philipp Andres	●	1,81 m	70 kp	4,50 m	
Heinz Born	○	1,83 m	82 kp	4,40 m	Campionati decatlon
Heinz Schenker	■	1,83 m	93 kp	4,20 m	
Peter Eggenberg	□	1,84 m	82 kp	4,10 m	
John Warkentin	▲	1,90 m	86 kp	3,90 m	
Urs Trautmann	△	1,86 m	90 kp	3,80 m	

Tabella 2: Partecipanti al test e alcuni dati personali

3. DISCUSSIONE SUI RISULTATI

Presupposti importanti per realizzare buone prestazioni nel salto con l'asta sono:

- alta velocità di stacco
- massima altezza di presa
- buona tecnica.

La velocità di stacco non è stata registrata poiché l'imprecisione nella frequenza delle immagini avrebbe provocato grossi errori. Una forte velocità di stacco è possibile solo con un'alta velocità di rincorsa. P. Keller³, nella sua tesi di diploma, constata che fra la velocità di rincorsa e l'apice esiste un rapporto lineare. Buone prestazioni nel salto con l'asta sono possibili solo con una grande velocità di rincorsa.

L'influsso dell'altezza della presa sull'apice è evidente. Come mostra la fig. 3, gli atleti che impugnano l'asta in alto raggiungono apici maggiori degli atleti con prese basse.

Per tenere una presa alta occorre una forte velocità di rincorsa, un ottimo attrezzo e una buona tecnica d'imbucata.

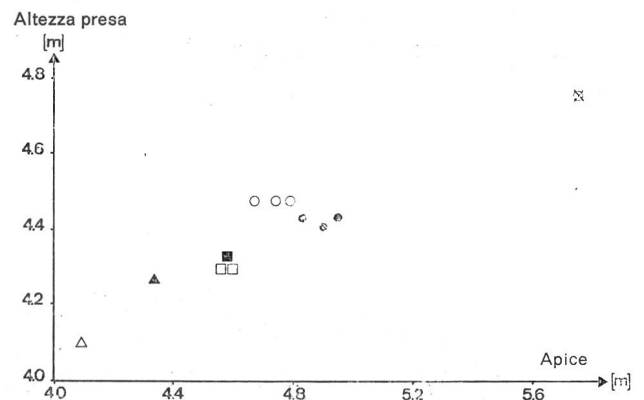


Fig. 3: L'influsso della presa H_G sull'apice H_S .

Seagren risulta in questo caso il migliore: l'altezza della sua presa all'asta è di circa 30 cm superiore a quella dei migliori decatleti elvetici.

Con una buona tecnica è possibile migliorare la prestazione nel salto con l'asta. La tecnica può essere definita buona quando la differenza fra l'apice e l'altezza della presa, la cosiddetta sopraelevazione della presa, è grande. La fig. 4 mostra chiaramente che il saltatore con la maggiore sopraelevazione della presa raggiunge anche l'apice più grande.

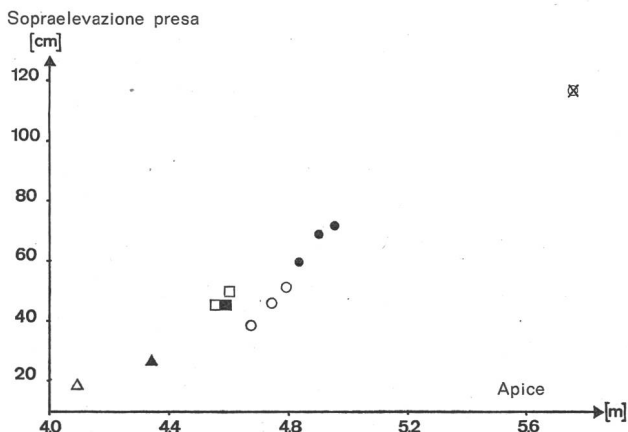


Fig. 4: L'influsso della sopraelevazione H_{SG} sull'apice H_S .

La sopraelevazione della presa viene influenzata dalla flessione dell'asta. Questo influsso è visibile sulla fig. 5. Il saltatore che flette molto l'asta raggiunge un valore maggiore di sopraelevazione della presa. Con 104 gradi per la flessione dell'asta e i 117 cm per la sopraelevazione della presa, i valori di Bob Seagren in occasione del suo primato mondiale sono chiaramente superiori ai valori registrati fra i decatleti durante questo studio.

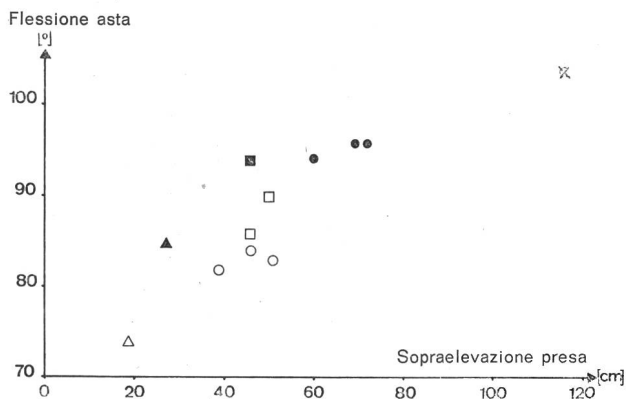


Fig. 5: L'influsso della flessione dell'asta η sulla sopraelevazione della presa.

La flessione dell'asta risulta quindi essere un importante fattore per una buona tecnica di salto.

Possibilità di aumentare la flessione dell'asta

- Si può raggiungere una maggiore flessione utilizzando aste molli. Ciò non deve però indurre ad abusi poiché questo tipo di asta non può essere impugnato troppo in alto (pericolo di rottura) ed ha inoltre un minimo effetto di catapulta. L'asta deve corrispondere in modo ottimale ai presupposti del saltatore.
- La fig. 6 mostra come la flessione allo stacco aumenta con una più forte pre-flessione.

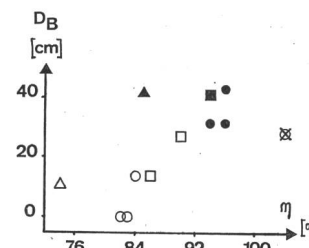


Fig. 6: Relazione fra pre-flessione allo stacco D_B e flessione dell'asta η .

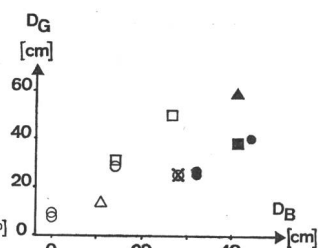


Fig. 7: Effetto della distanza di stacco sulla pre-flessione allo stacco D_B .

La pre-flessione allo stacco dipende dalla distanza di stacco. Atleti che passano molto sotto la loro presa superiore raggiungono allo stacco una maggiore pre-flessione. I valori di Seagren rivelano che la distanza di stacco e la pre-flessione non devono essere estreme. Questi valori estremi avrebbero influsso negativo su altri parametri determinanti per la prestazione (per esempio la velocità di stacco).

- Anche l'angolo di stacco ha il suo influsso sulla flessione dell'asta. Più questo angolo è acuto, cioè più l'atleta effettua lo stacco in avanti, maggiore sarà la flessione dell'asta (fig. 8).

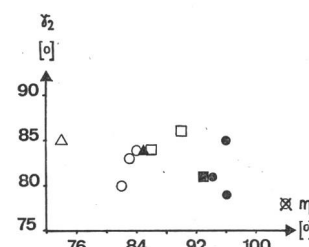


Fig. 8: L'influsso dell'angolo di spinta γ_2 sulla flessione dell'asta.

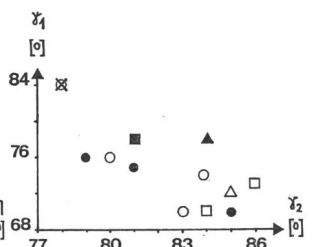
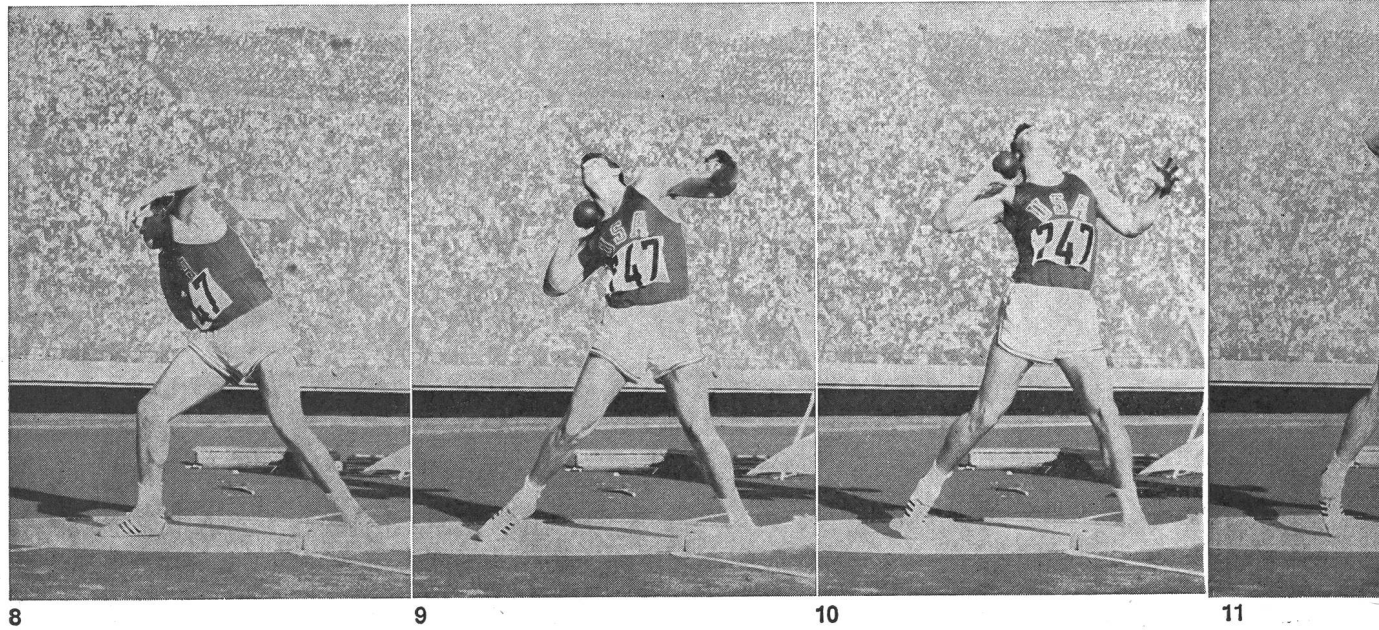
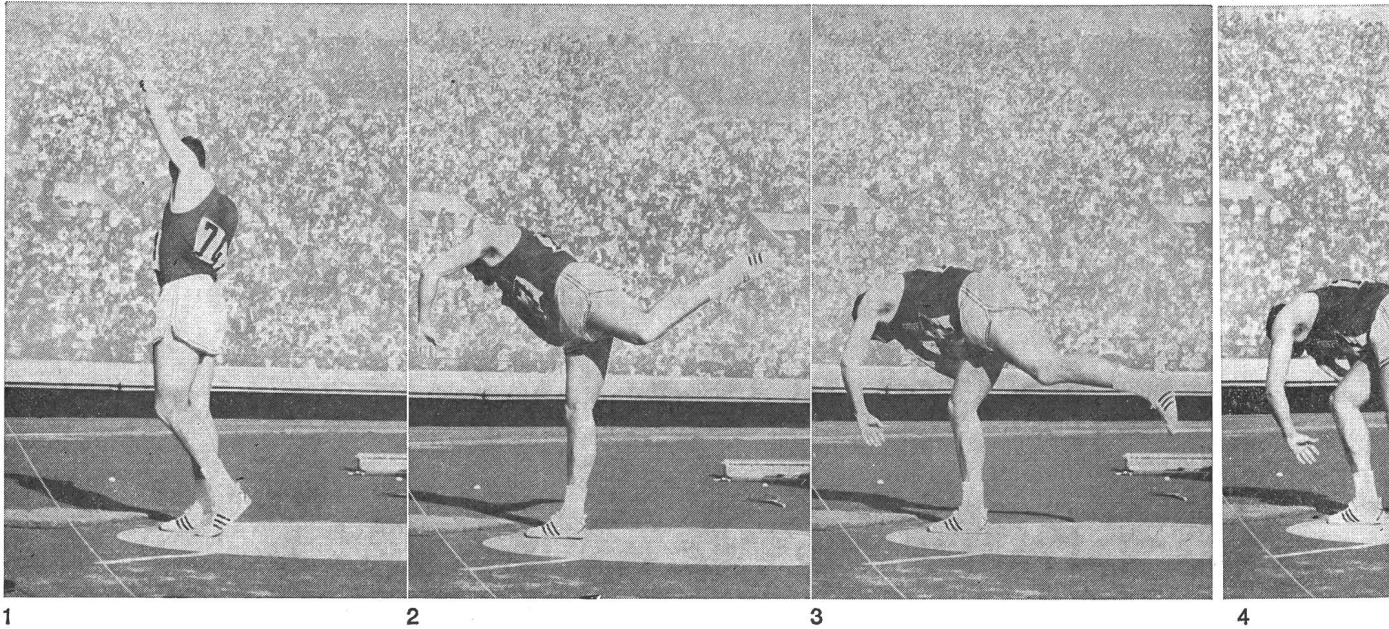


Fig. 9: La relazione fra angolo d'impatto γ_1 e angolo di spinta γ_2 .

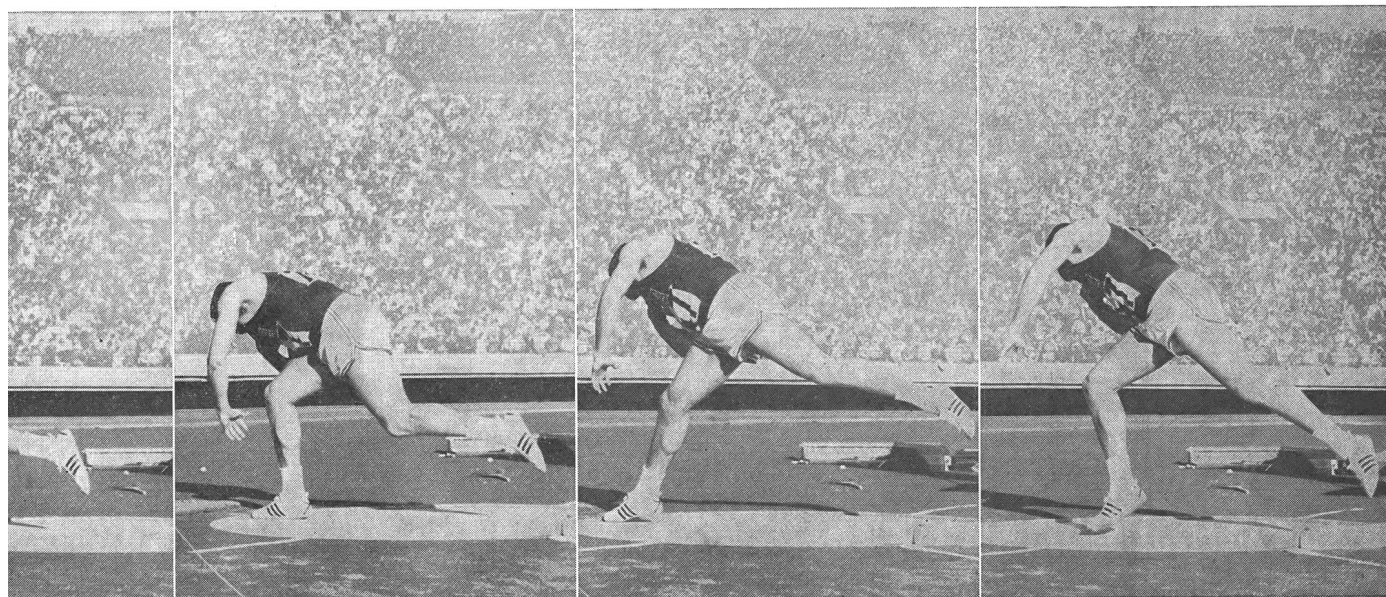
L'angolo di spinta γ_2 è in stretta relazione con l'angolo d'impatto γ_1 . L'angolo di spinta diventa più piccolo con l'aumento dell'angolo d'impatto. I valori di Seagren in-

(continua a pag. 110)



Getto del peso Randy Matson USA

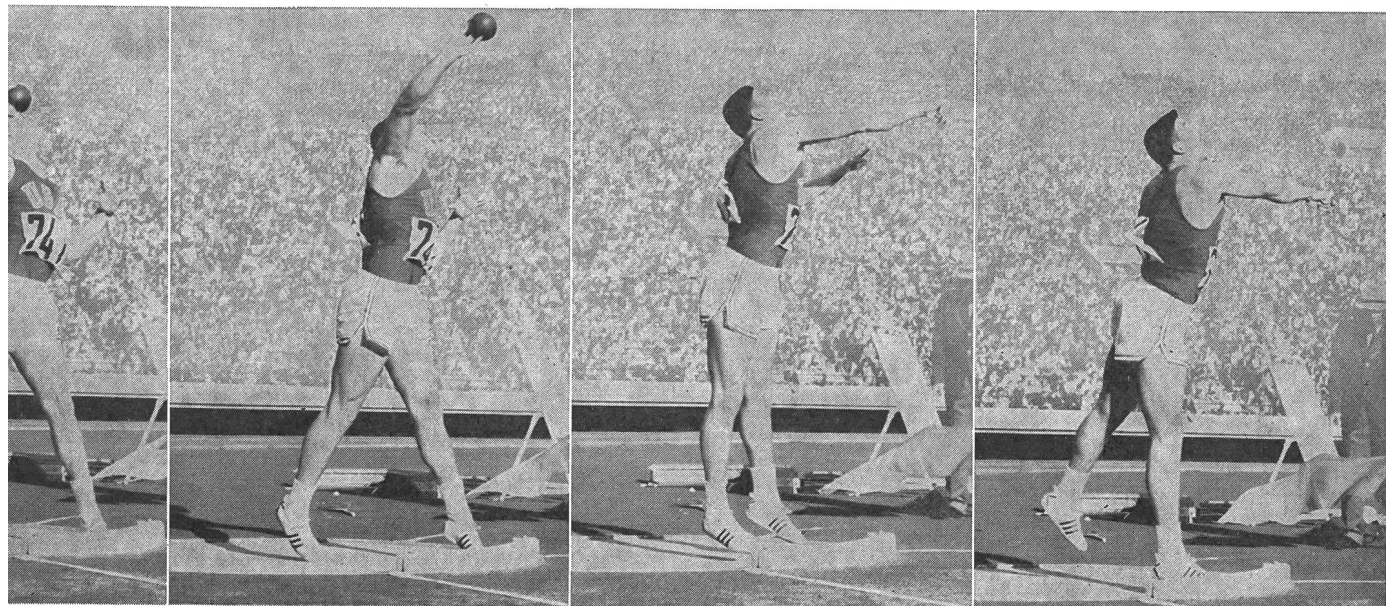
A parte il tentativo di getto con la tecnica di rotazione del sovietico Alexander Barischnikov, nel peso i gesti sono da anni pressochè immutati. Proponiamo una fotosequenza «d'archivio» che mostra l'ex-primatista mondiale e medaglia d'argento ai Giochi di Tochio, l'americano Randy Matson. Le immagini si riferiscono appunto al secondo tentativo dell'atleta durante le olimpiadi svolte in Giappone. Matson inizia con la normale presa di slancio. Segue questo movimento la vigorosa distensione della gamba li-



5

6

7



12

13

14

bera in direzione di lancio mentre la gamba d'appoggio vola sfiorando il suolo verso il centro della pedana. Fino a quel momento la posizione della testa, del tronco e delle braccia rimane invariata. Il getto inizia nella gamba (9). Solo ora l'asse del bacino si volge in direzione di lancio. Il piede sinistro si pone quasi nel prolungamento del destro, il torace si «apre», il braccio sinistro viene impegnato attivamente fino a che il tronco arrivi in direzione di lancio. La parte sinistra viene ora fissata in modo da dare un

solido appoggio alla parte destra. Il getto esce praticamente dalle due gambe (osservare la distensione!). Il saltello finale evita di oltrepassare il bordo di arresto.

Fotosequenza: Elfriede Nett
 Commento: Arnold Gautschi

(da pag. 107)

dicano che allo stacco non c'è alcuna fase d'impulso verticale. Il piede di stacco si pone sotto il baricentro e lo stacco avviene verso l'avanti (correre nell'asta) (fig. 9).

Effetto della flessione dell'asta

— Come mostra la fig. 10, la flessione dell'asta ha un influsso sull'angolo di traiettoria della mano. Diventa più grande con l'aumento della flessione dell'asta.

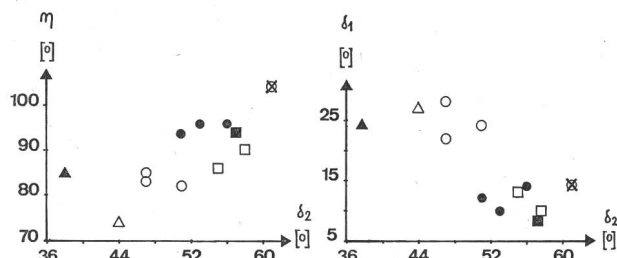


Fig. 10: L'effetto della flessione dell'asta η sulla traiettoria della mano δ_2 .

Fig. 11: La relazione fra l'angolo di decollo δ_1 e l'angolo di traiettoria della mano δ_2 .

- Logicamente esiste pure uno stretto legame fra l'angolo di decollo della mano e la sua traiettoria. Più il saltatore si getta letteralmente in avanti nell'asta, ed ha quindi un angolo di decollo della mano piccolo, maggiore sarà l'angolo di traiettoria della mano (fig. 11).
- Un analogo influsso ha la flessione dell'asta sull'angolo della traiettoria del baricentro (fig. 12). Più l'asta viene flessa, più il corpo sarà elevato in modo ripido.

Flessione asta

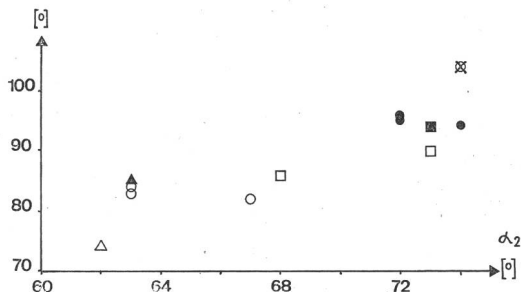


Fig. 12: L'influsso della flessione dell'asta η sull'angolo di traiettoria α_2 KSP.

In questo frangente l'«avvolgimento» assume un'importante funzione. Il baricentro dev'essere portato il più vicino possibile alla linea di rendimento della forza dell'asta. Altrimenti sopraggiunge un momento di torsione in cui le gambe vengono girate troppo velocemente verso l'asticella (fig. 13).

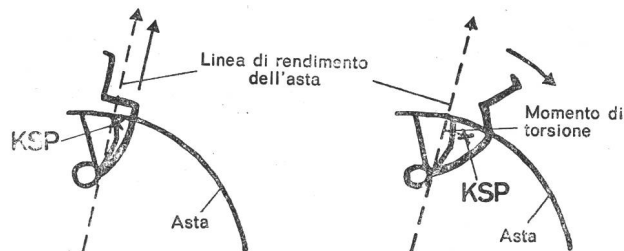


Fig. 13: Il gioco delle forze nella distensione dell'asta.

Nella fig. 5 risulta che la sopraelevazione della presa diventa maggiore con l'aumento della flessione dell'asta. La fig. 12 mostra che l'angolo del baricentro si mantiene direttamente proporzionale all'angolo di traiettoria dello stesso. Secondo ciò deve pure esserci una relazione fra l'angolo della traiettoria del baricentro e la sopraelevazione della presa. La fig. 14 mostra che i saltatori con un angolo di traiettoria del baricentro più ripido raggiungono migliori valori nella sopraelevazione della presa.

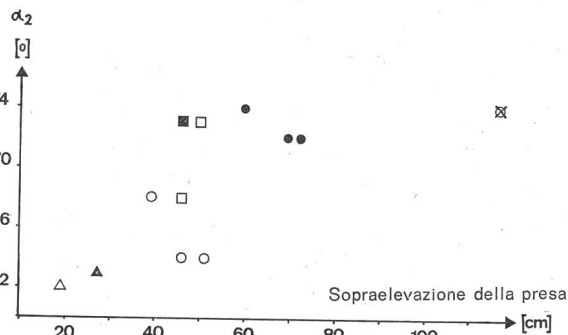


Fig. 14: La relazione fra angolo della traiettoria del baricentro α_2 e la sopraelevazione della presa.

- Più la traiettoria del baricentro è ripida, più importante sarà raggiungere al giusto luogo l'apice (sopra l'asticella). Una grossa differenza orizzontale fra l'apice e l'asticella ha effetto negativo sulla sopraelevazione dell'asticella. Il riassunto dei risultati (appendice) mostra che i decatleti svizzeri denunciano valori di sopraelevazione dell'asticella più grandi nei confronti di Seagren. Gli atleti elvetici non sembrano in grado di superare l'altezza con meno di 30 cm di sopraelevazione dell'asticella. I motivi sono:
- insufficiente tecnica di superamento dell'asticella
 - rincorsa irregolare (forti differenze nella distanza di stacco)
 - l'apice non è sopra l'asticella
 - il saltatore ha paura delle grandi altezze.

Paragonando le curve di traiettoria (mano, KSP, ginocchio della gamba libera) dei decatleti con quelle corrispondenti di Seagren balzano all'occhio le grandi differenze nella tecnica di salto.

Nella maggior parte dei decatleti la curva della mano scorre a sinistra delle altre due. Ciò significa che i decatleti non riescono a sfruttare nel giusto modo la forza di distensione dell'asta. Una parte di questa forza provoca un momento di torsione nel corpo per cui le gambe girano troppo velocemente attorno all'asticella. La curva della mano di Seagren taglia le altre due. Il baricentro si trova vi-

cino alla linea di rendimento della forza dell'asta ed è così spinto verso l'alto. Per rendere possibile questo, durante l'avvolgimento le gambe devono essere portate molto indietro e durante la distensione dell'asta spinte verso l'alto. Da ciò risulta che, dopo l'avvolgimento, la traiettoria del baricentro e quella della gamba libera non s'incrociano più.

Curve di traiettoria

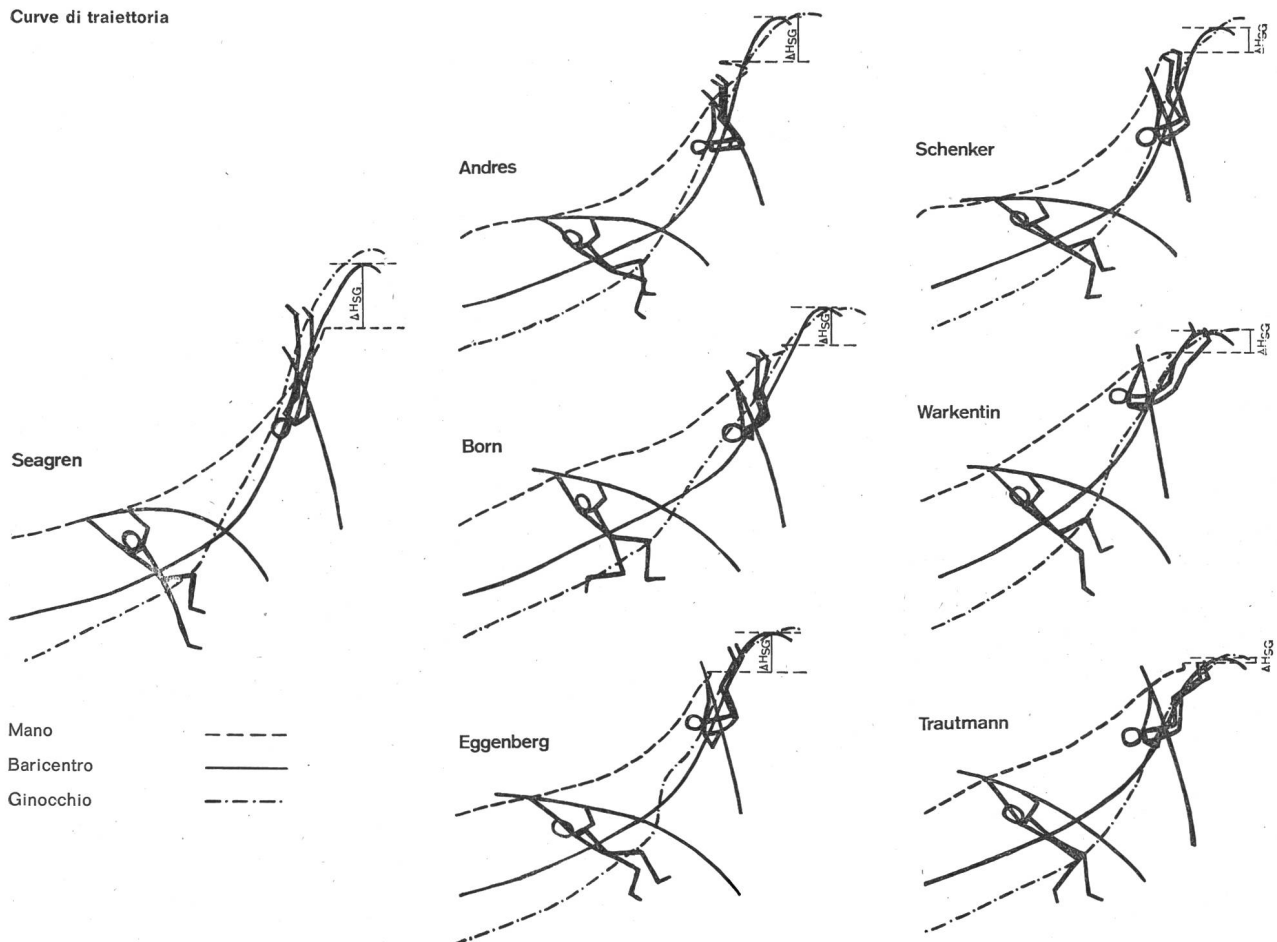


Fig. 15: Curve di traiettoria dei decatleti e di Seagren.

Conclusione

Un confronto dei risultati provenienti dall'analisi del film sui campionati svizzeri di decatlon con i documenti concernenti il salto primato del mondo di Bob Seagren fornisce i seguenti insegnamenti:

— Per ottenere buoni risultati nel salto con l'asta, sono indispensabili un'altezza massima della presa e una buona tecnica.

L'altezza della presa è dipendente dalla velocità della rincorsa, dalla forza di salto e dalla tecnica d'imbucata. La tecnica è buona se l'altezza di presa è grande.

- Una grande altezza di presa può essere ottenuta con una forte flessione dell'asta.
- Una forte flessione può essere ottenuta con:
 - pre-flessione al momento del salto
 - grande distanza di stacco (passare sotto l'asta)

Elencazione dei risultati

Nome	Simbolo unità	H _L m	H _S m	H _G m	W _G cm	D _G cm	γ ₁ Gradi	γ ₂ Gradi	D _B cm	η Gradi	δ ₁ Gradi	δ ₂ Gradi	α ₂ Gradi	Δ H _{SG} cm	D _{LS} cm
Seagren		5,63	5,75	4,78	50	25	84	78	28	104	14	61	74	117	—
Andres		4,50	4,95	4,43	71	27	76	79	32	96	10	53	72	72	11
Andres		4,40	4,83	4,43	71	25	75	81	32	94	12	51	74	60	9
Andres		4,20	4,90	4,41	71	41	70	85	43	96	14	56	72	69	20
Born		4,40	4,79	4,48	64	9	70	83	0	83	28	47	63	51	9
Born		4,30	4,74	4,48	61	27	74	84	14	84	22	47	63	46	18
Born		4,10	4,67	4,48	61	7	76	80	0	82	24	51	67	39	2
Schenker		4,20	4,59	4,33	64	39	78	81	41	94	8	57	73	46	2
Eggenberg		4,10	4,56	4,30	75	32	70	84	14	86	13	55	68	46	7
Eggenberg		4,00	4,60	4,30	73	50	73	86	27	90	10	58	73	50	11
Warkentin		3,90	4,34	4,27	57	59	78	84	41	85	24	38	63	27	13
Trautmann		3,80	4,09	4,10	52	14	72	85	11	74	27	44	62	19	2

- piccolo angolo di spinta (lanciarsi nell'asta)
- grande angolo d'inclinazione dell'asta in rapporto all'orizzontale.
- Effetti di una grande flessione dell'asta sono:
 - l'angolo di traiettoria delle mani, dopo il salto, diventa piccolo
 - l'angolo più ottuso della traiettoria della mano diventa grande
 - l'angolo più ottuso della traiettoria del baricentro diventa grande ed ha effetto positivo sulla sopraelevazione della presa.

Conseguenze per l'allenamento

L'allenamento dev'essere indirizzato in modo da migliorare da un canto i presupposti fisici dell'atleta, e dall'altro la sua tecnica.

- Presupposti fisici: occorre migliorare la velocità di rincorsa e la forza in modo che il saltatore possa usare un'asta più dura e tenerla più in alto.

— Tecnica:

il saltatore deve cercare d'ingrandire la flessione dell'asta lanciandosi letteralmente «nell'»asta. In questo caso il braccio inferiore deve esercitare una resistenza. Nella fase di avvolgimento il centro di gravità del corpo dev'essere portato più vicino possibile alla linea di rendimento della forza dell'asta (testa nelle spalle).

L'asta dev'essere adeguata alle caratteristiche dell'atleta. Dev'essere sufficientemente dura da permettere una flessione ottimale (da 90 a 110 gradi).

4. BIBLIOGRAFIA

- ¹ Ganslen R.V.: Die Mechanik des Stabhochsprungs, Deutsch - Übersetzung der 6. Auflage 1965, Vertrieb: Andreas Brügger, Zürich.
- ² Ariel G.: The contribution of the pole to the vault, United Track Coaches Association, Vol. 72, Nr. 4.
- ³ Keller P.: Biomechanische Untersuchungen im Stabhochsprung, Diplomarbeit, Turnen und Sport, Februar 1974.
- ⁴ Schmollinsky G.: Leichtathletik, Sportverlag Berlin 1971.
- ⁵ Nett T.: Die Technik beim Hürdenlauf und Sprung, Verlag Bartels und Wernitz, 1961.